大蜡螟幼虫的体色遗传规律

熊延坤[1]，张青文[1*]，徐 静[1]，段灿星[2]，周明□[1]

（1. 中国农业大学昆虫学系，北京 100094；
2. 中国农业科学院作物品种资源研究所，北京 100081）

摘要：对大蜡螟 *Galleria mellonella* 幼虫不同颜色品系的普通遗传学分析表明，大蜡螟幼虫的体色遗传是常染色体遗传且符合复等位基因遗传规律。深黄色基因（AA）对灰黑色基因（BB）和灰色基因（CC）为显性，深黄色基因（AA）对白黄色基因（DD）、灰黑色基因（BB）对白黄色基因（DD）和灰色基因（CC）、灰色基因（CC）对白黄色基因（DD）为不完全显性。基因型为 AD、BD、CD 的个体，其表现型均为黄色；基因型为 AA、BC 的个体，其表现型均为深黄色。

关键词：大蜡螟；体色；遗传规律；杂交；自交；回交

中图分类号：Q963 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296（2002）06-0717-07

Genetic regulation of body color in larvae of *Galleria mellonella*

XIONG Yan-Kun[1]，ZHANG Qing-Wen[1*]，XU Jing[1]，DUAN Can-Xing[2]，ZHOU Ming-Zang[1]（1. Department of Entomology，China Agricultural University，Beijing 100094，China；2. Institute of Crop Germplasm Resources，Chinese Academy of Agricultural Sciences，Beijing 100081，China）

Abstract：*Galleria mellonellas* were divided into four sections according to body color：dark，dark yellow，yellow，gray and white-yellow respectively. Through strict inbreeding of individuals with the same parents and body color，with the exception of the yellow group after eight generations the body color of offspring was the same as that of their parents. Thus，four strains were obtained：dark，dark yellow，gray and white-yellow respectively. Each strain was then crossed with the other strains（both positive cross and negative cross），and the F_1 selfed and backcrossed with their parents. The color of the F_1，F_2，B_1，P_1 and the number of larvae of each body in F_2 and B_1 were recorded. Analysis of these data showed that the heredity of body color in *Galleria mellonella* obeyed genetic regulations pertaining to autosome and multiple alleles. At least four multiple alleles affected body color. The dark yellow gene was dominant to the dark gene and the gray gene；the dark gene was incompletely dominant to the gray gene and the white-yellow gene，as was the gray gene to the white-yellow gene and the dark yellow gene to the white-yellow gene. Individuals whose genotypes were AD，BD and CD were all yellow；those whose genotypes were AA or BC were dark yellow.

Key words：*Galleria mellonella*；body color；genetic regulation；cross；selfed；backcross

大蜡螟 *Galleria mellonella* 在自然条件下取食蜂巢，危害养蜂业，前人对大蜡螟的生物学和防治技术做了较多研究（周永富等，1988，1989a，1989b；黄少华和王建鼎，2001）。它也是一种重要的实验用昆虫，在线虫学、细菌学和真菌学研究中，是重要的供试昆虫（Mietkiewski *et al*.，1997；Vilcinskas *et al*.，1997；韩日畴等，2000；Boff *et al*.，2000；Kehres *et al*.，2001），在农药学的研究中可作为生测试虫（Vey *et al*.，1993）。近年来随着分子生物学的发展，对其生理生化和分子生物学的研究越来越多（Wedde *et al*.，1998；Slepneva *et al*.，1999；Kim and Yun，2001；Godlewski and Kludkiewicz，2001）。大蜡螟幼虫是淡水鱼类、鸟类、爬行类和两栖类动物的优良饵料（Meronek *et al*.，1997），幼虫体色各异，探索幼虫体色的遗传规律不但能为生理生化和分子生物学研究打下基础，而且能为大蜡螟的新品种培育提供理论依据，有重要的经济价值。但幼虫体色的遗传规律国内外均未见报道，本

基金项目：中国农业大学自由探索基金项目（2000-068）
作者简介：熊延坤，男，中国农业大学昆虫学系硕士，E-mail：xiongyankun@163.com
* 通讯作者 Author for correspondence
收稿日期 Received：2002-01-15；接受日期 Accepted：2002-03-07

实验对不同颜色的大蜡螟进行了纯化、杂交和回交实验，并在此基础上推导出其体色的遗传规律。

1 材料和方法

1.1 材料

大蜡螟由中国农业大学植物保护学院农业昆虫组提供。

1.2 方法

1.2.1 大蜡螟的人工饲养方法：大蜡螟在 35 ± 1℃、相对湿度 60% ~ 70% 的条件下，用人工饲料饲养（张刚应和杨怀文，1996）。

1.2.2 大蜡螟的纯化方法：按幼虫的颜色将大蜡螟分为深黄、灰黑、灰、黄和白黄 5 类，单独饲养，选择健壮肥大的幼虫留种，羽化后让同类自交，待下一代幼虫老熟时，再选择与母代颜色相同且健壮肥大的幼虫留种，如此下去，8 代后除黄色外，同一颜色的类群几乎所有子代幼虫的颜色都与其母代幼虫的颜色一致，这样就形成深黄、灰黑、灰和白黄 4 个品系。

1.2.3 杂交实验的设计：将 4 个品系中的每个品系都与其它 3 个品系进行正反交实验，杂交得 F_1，F_1 自交得 F_2，并将每一杂交组合的 F_1 代分别与其双亲本回交。

1.2.4 实验数据的收集方法：分别记录杂交实验中亲本和 F_1 代、F_2 代的颜色和各种颜色幼虫的数量、回交子代的颜色和各种颜色幼虫的数量。

2 结果与分析

2.1 大蜡螟深黄色品系与灰黑色品系的体色遗传

深黄色品系与灰黑色品系的体色遗传的实验结果见表 1。对表 1 的数据进行 χ^2 测验，正交实验的 F_2 代和回交子代的 χ^2 值分别为 0.17、2.37，反交实验的 F_2 代和回交子代的 χ^2 值分别为 0.40、2.97，均小于 $\chi^2_{0.05,1}$（3.84），即符合 F_2 代的分离比为 3:1、F_1 与其一亲本回交子代的分离比为 1:1 的理论比例（$P > 0.05$），深黄色和灰黑色各由一对等位基因控制。另外，由表 1 可直接看出：F_1 为深黄色、F_1 与深黄色亲本杂交，其子代全部为深黄色，由此可认为深黄色基因对灰黑色基因为显性。

表 1 大蜡螟深黄色品系与灰黑色品系的体色遗传

Table 1 Genetics of body color of dark yellow *G. mellonella* and dark *G. mellonella*

杂交组合 Cross	子代的分离（头） Segregation of individuals		分离比例 Segregation ratio	
	深黄色 Dark yellow	灰黑色 Dark	深黄色 Dark yellow	灰黑色 Dark
正交［（+）cross］				
（深黄色品系♀×灰黑色品系♂）F_1 （dark yellow strain♀×dark strain♂）F_1	2 113	0	2 113	0
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色虫（F_1）♂］F_2 ［dark yellow（F_1）♀×dark yellow（F_1）♂］F_2	1 526	498	3.06	1
［深黄色虫（F_1）♂×深黄色亲本♀］B_1 ［dark yellow（F_1）♂×dark yellow P_1♀］B_1	2 314	0	2 314	0
［深黄色虫（F_1）♀×灰黑色亲本♂］B_1 ［dark yellow（F_1）♀×dark P_1♂］B_1	1 056	1 128	1	1.07
反交［（-）cross］				
（深黄色品系♂×灰黑色品系♀）F_1 （dark yellow strain♂×dark strain♀）F_1	2 275	0	2 275	0
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色虫（F_1）♂］F_2 ［dark yellow（F_1）♀×dark yellow（F_1）♂］F_2	1 635	562	2.91	1
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色亲本♂］B_1 ［dark yellow（F_1）♀×dark yellow P_1♂］B_1	2 457	0	2 457	0
［深黄色虫（F_1）♂×灰黑色亲本♀］B_1 ［dark yellow（F_1）♂×dark P_1♀］B_1	1 346	1 258	1	0.93

2.2 大蜡螟深黄色品系与灰色品系的体色遗传

深黄色品系与灰色品系的体色遗传的实验结果见表2。对表2的数据进行 χ^2 测验，正交实验的 F_2 代和回交子代的 χ^2 值分别为0.73、1.78，反交实验的 F_2 代和回交子代的 χ^2 值分别为0.17、3.10，均小于 $\chi^2_{0.05,1}$（3.84），即符合 F_2 代的分离比为3:1、F_1 与其一亲本回交所得子代的分离比为1:1的理论比例（$P>0.05$），深黄色和灰色各由一对等位基因控制。另外，由表2可直接看出：F_1 为深黄色、F_1 与深黄色亲本杂交，其子代全部为深黄色，由此可认为深黄色基因对灰色基因为显性。

表2 大蜡螟深黄色品系与灰色品系的体色遗传

Table 2 Genetics of body color of dark yellow *G. mellonella* and gray *G. mellonella*

杂交组合 Cross	子代的分离（头） Segregation of individuals		分离比例 Segregation ratio	
	深黄色 Dark yellow	灰色 Gray	深黄色 Dark yellow	灰色 Gray
正交［（+）cross］				
（深黄色品系♀×灰色品系♂）F_1 (dark yellow strain ♀× gray strain ♂) F_1	2 415	0	2 415	0
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色虫（F_1）♂］F_2 [dark yellow (F_1) ♀× dark yellow (F_1) ♂] F_2	1 652	574	2.88	1
［深黄色虫（F_1）♂×深黄色亲本♀］B_1 [dark yellow (F_1) ♂× dark yellow P_1 ♀] B_1	2 031	0	2 031	0
［深黄色虫（F_1）♀×灰色亲本♂］B_1 [dark yellow (F_1) ♀× gray P_1 ♂] B_1	1 108	1 046	1	0.94
反交［（-）cross］				
（深黄色品系♂×灰色品系♀）F_1 (dark yellow strain ♂× gray strain♀) F_1	1 942	0	1 942	0
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色虫（F_1）♂］F_2 [dark yellow (F_1) ♀× dark yellow (F_1) ♂] F_2	1 329	453	2.93	1
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色亲本♂］B_1 [dark yellow (F_1) ♀× dark yellow P_1 ♂] B_1	2 561	0	2 561	0
［深黄色虫（F_1）♂×灰色亲本♀］B_1 [dark yellow (F_1) ♂× gray P_1♀] B_1	1 042	1 124	1	1.07

2.3 大蜡螟深黄色品系与白黄色品系的体色遗传

深黄色品系与白黄色品系的体色遗传的实验结果见表3。对表3的数据进行 χ^2 测验，正反交实验的 F_2 代的 χ^2 值分别为2.95、4.99，均小于 $\chi^2_{0.05,2}$（5.99），回交子代的 χ^2 值分别为0.44、1.58、1.45、1.77，均小于 $\chi^2_{0.05,1}$（3.84），即符合 F_2 代的分离比为1:2:1、F_1 与其亲本回交所得子代的分离比都为1:1的理论比例（$P>0.05$），深黄色和白黄色各由一对等位基因控制。另外，由表3可直接看出：F_1 代为黄色，表现为两亲本体色的中间类型，由此可认为深黄色基因对白黄色基因为不完全显性。

2.4 大蜡螟灰黑色品系与灰色品系的体色遗传

灰黑色品系与灰色品系的体色遗传的实验结果见表4。对表4的数据进行 χ^2 测验，正反交实验的 F_2 代的 χ^2 值分别为2.22、1.48，均小于 $\chi^2_{0.05,2}$（5.99），回交子代的 χ^2 值分别为2.95、0.93、1.66、0.28，均小于 $\chi^2_{0.05,1}$（3.84），即符合 F_2 代的分离比为1:2:1、F_1 与其亲本回交所得子代的分离比都为1:1的理论比例（$P>0.05$），灰黑色和灰色各由一对等位基因控制。另外，由表4可直接看出：F_1 代为深黄色，既不同于亲本的体色又不是两亲本的中间颜色，由此可认为灰黑色品系与灰色品系的体色遗传在 F_1 代的体色表现上不同于经典的不完全显性遗传规律，但其 F_2 代和回交子代的体色分离比例与不完全显性遗传规律一致，总体上说类似于不完全显性遗传。

表3 大蜡螟深黄色品系与白黄色品系的体色遗传

Table 3 Genetics of body color of dark yellow *G. mellonella* and white-yellow *G. mellonella*

杂交组合 Cross	子代的分离（头） Segregation of individuals			分离比例 Segregation ratio		
	深黄色 Dark yellow	黄色 Yellow	白黄色 White yellow	深黄色 Dark yellow	黄色 Yellow	白黄色 White yellow
正交［（+）cross］						
（深黄色品系♀×白黄色品系♂）F_1 （dark yellow strain♀×white-yellow strain♂）F_1	0	2 357	0	0	2 357	0
［黄色虫（F_1）♀×黄色虫（F_1）♂］F_2 ［yellow（F_1）♀×yellow（F_1）♂］F_2	514	1 107	568	1	2.15	1.11
［黄色虫（F_1）♂×深黄色亲本♀］B_1 ［yellow（F_1）♂×dark yellow P_1♀］B_1	1 327	1 293	0	1	0.97	0
［黄色虫（F_1）♀×白黄色亲本♂］B_1 ［yellow（F_1）♀×white-yellow P_1♂］B_1	0	917	864	0	1	0.94
反交［（-）cross］						
（深黄色品系♂×白黄色品系♀）F_1 （dark yellow strain♂×white-yellow strain♀）F_1	0	3 017	0	0	3 017	0
［黄色虫（F_1）♀×黄色虫（F_1）♂］F_2 ［yellow（F_1）♀×yellow（F_1）♂］F_2	617	1 345	695	1	2.18	1.13
［黄色虫（F_1）♀×深黄色亲本♂］B_1 ［yellow（F_1）♀×dark yellow P_1♂］B_1	647	691	0	1	1.07	0
［黄色虫（F_1）♂×白黄色亲本♀］B_1 ［yellow（F_1）♂×white-yellow P_1♀］B_1	0	1 237	1 304	0	1	1.05

表4 大蜡螟灰黑色品系与灰色品系的体色遗传

Table 4 Genetics of body color of dark *G. mellonella* and gray *G. mellonella*

杂交组合 Cross	子代的分离（头） Segregation of individuals			分离比例 Segregation ratio		
	灰黑色 Dark	深黄色 Dark yellow	灰色 Gray	灰黑色 Dark	深黄色 Dark yellow	灰色 Gray
正交［（+）cross］						
（灰黑色品系♀×灰色品系♂）F_1 （dark strain♀×gray strain♂）F_1	0	2 874	0	0	2 874	0
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色虫（F_1）♂］F_2 ［dark yellow（F_1）♀×dark yellow（F_1）♂］F_2	317	659	297	1	2.08	0.94
［深黄色虫（F_1）♂×灰黑色亲本♀］B_1 ［dark yellow（F_1）♂×dark P_1♀］B_1	843	915	0	1	1.09	0
［深黄色虫（F_1）♀×灰色亲本♂］B_1 ［dark yellow（F_1）♀×gray P_1♂］B_1	0	1 062	1 107	0	1	1.04
反交［（-）cross］						
（灰黑色品系♂×灰色品系♀）F_1 （dark strain♂×gray strain♀）F_1	0	1 763	0	0	1 763	0
［深黄色虫（F_1）♀×深黄色虫（F_1）♂］F_2 ［dark yellow（F_1）♀×dark yellow one（F_1）♂］F_2	824	1 683	873	1	2.04	1.06
［深黄色虫（F_1）♀×灰黑色亲本♂］B_1 ［dark yellow（F_1）♀×dark P_1♂］B_1	1 427	1 359	0	1	0.95	0
［深黄色虫（F_1）♂×灰色亲本♀］B_1 ［dark yellow（F_1）♂×gray P_1♀］B_1	0	1 413	1 385	0	1	0.98

表 5 大蜡螟灰色品系与白黄色品系的体色遗传

Table 5 Genetics of body color of gray *G. mellonella* and white-yellow *G. mellonella*

杂交组合 Cross	子代的分离（头） Segregation of individuals			分离比例 Segregation ratio		
	灰色 Gray	黄色 Yellow	白黄色 White-yellow	灰色 Gray	黄色 Yellow	白黄色 White-yellow
正交［（+）cross］						
（灰色品系♀×白黄色品系♂）F_1 （gray strain♀×white-yellow strain♂）F_1	0	1 967	0	0	1 967	0
［黄色虫（F_1）♀×黄色虫（F_1）♂］F_2 ［yellow（F_1）♀×yellow（F_1）♂］F_2	826	1 604	753	1	1.94	0.91
［黄色虫（F_1）♂×灰色亲本♀］B_1 ［yellow（F_1）♂×gray P_1♀］B_1	1 128	1 209	0	1	1.07	0
［黄色虫（F_1）♀×白黄色亲本♂］B_1 ［yellow（F_1）♀×white-yellow P_1♂］B_1	0	1 429	1 367	0	1	0.96
反交［（-）cross］						
（灰色品系♂×白黄色品系♀）F_1 （gray strain♂×white-yellow strain♀）F_1	0	2 551	0	0	2 551	0
［黄色虫（F_1）♀×黄色虫（F_1）♂］F_2 ［yellow（F_1）♀×yellow（F_1）♂］F_2	762	1 384	723	1	1.81	0.95
［黄色虫（F_1）♀×灰色亲本♂］B_1 ［yellow（F_1）♀×gray P_1♂］B_1	942	1 013	0	1	1.08	0
［黄色虫（F_1）♂×白黄色亲本♀］B_1 ［yellow（F_1）♂×white-yellow P_1♀］B_1	0	1 127	1 214	0	1	1.08

表 6 大蜡螟灰黑色品系与白黄色品系的体色遗传

Table 6 Genetics of body color of dark *G. mellonella* and white-yellow *G. mellonella*

杂交组合 Cross	子代的分离（头） Segregation of individuals			分离比例 Segregation ratio		
	灰黑色 Dark	黄色 Yellow	白黄色 White yellow	灰黑色 Dark	黄色 Yellow	白黄色 White yellow
正交［（+）cross］						
（灰黑色品系♀×白黄色品系♂）F_1 （dark strain♀×white-yellow strain♂）F_1	0	1 237	0	0	1 237	0
［黄色虫（F_1）♀×黄色虫（F_1）♂］F_2 ［yellow（F_1）♀×yellow（F_1）♂］F_2	754	1 467	812	1	1.95	1.08
［黄色虫（F_1）♂×灰黑色亲本♀］B_1 ［yellow（F_1）♂×dark P_1♀］B_1	1 428	1 342	0	1	0.94	0
［黄色虫（F_1）♀×白黄色亲本♂］B_1 ［yellow（F_1）♀×white-yellow P_1♂］B_1	0	1 124	1 217	0	1	1.08
反交［（-）cross］						
（灰黑色品系♂×白黄色品系♀）F_1 （dark strain♂×white-yellow strain♀）F_1	0	3 084	0	0	3 084	0
［黄色虫（F_1）♀×黄色虫（F_1）♂］F_2 ［yellow（F_1）♀×yellow（F_1）♂］F_2	629	1 284	706	1	2.04	1.12
［黄色虫（F_1）♀×灰黑色亲本♂］B_1 ［yellow（F_1）♀×dark P_1♂］B_1	931	871	0	1	0.94	0
［黄色虫（F_1）♂×白黄色亲本♀］B_1 ［yellow（F_1）♂×white-yellow P_1♀］B_1	0	927	869	0	1	0.94

2.5 大蜡螟灰色品系与白黄色品系的体色遗传

灰色品系与白黄色品系的体色遗传的实验结果见表 5。对表 5 的数据进行 χ^2 测验，正反交实验的 F_2 代的 χ^2 值分别为 3.54、4.61，均小于 $\chi^2_{0.05,2}$（5.99），回交子代的 χ^2 值分别为 2.81、1.37、2.58、3.23，均小于 $\chi^2_{0.05,1}$（3.84），即符合 F_2 代的分离比为 1:2:1、F_1 与其亲本回交所得子代的分离比都为 1:1 的理论比例（$P > 0.05$），灰色和白黄色各由一对等位基因控制。另外，由表 5 可直接看出：F_1 代为黄色，表现为两亲本体色的中间类型，由此可认为灰色基因对白黄色基因为不完全显性。

2.6 大蜡螟灰黑色品系与白黄色品系的体色遗传

灰黑色品系与白黄色品系的体色遗传的实验结果见表 6。对表 6 的数据进行 χ^2 测验，正反交实验的 F_2 代的 χ^2 值分别为 5.45、5.52，均小于 $\chi^2_{0.05,2}$（5.99），回交子代的 χ^2 值分别为 2.67、3.69、2.00、1.87，均小于 $\chi^2_{0.05,1}$（3.84），即符合 F_2 代的分离比为 1:2:1、F_1 与其亲本回交所得子代的分离比都为 1:1 的理论比例（$P > 0.05$），灰黑色和白黄色各由一对等位基因控制。另外，由表 6 可直接看出：F_1 代为黄色，表现为两亲本体色的中间类型，由此可认为灰黑色基因对白黄色基因为不完全显性。

综上分析可知：大蜡螟幼虫的体色遗传是常染色体遗传，不受正反交的影响且符合复等位基因遗传规律，至少受 4 对复等位基因的影响：深黄色基因（AA）对灰黑色基因（BB）和灰色基因（CC）为显性，深黄色基因（AA）对白黄色基因（DD）、灰黑色基因（BB）对白黄色基因（DD）和灰色基因（CC）、灰色基因（CC）对白黄色（DD）为不完全显性；基因型为 AD、BD、CD 的个体，其表现型均为黄色，基因型为 AA、BC 的个体，其表现型均为深黄色。具体情况如下：

深黄色	AA	AB	AC	BC
灰黑色	BB			
灰　色	CC			
黄　色	AD	BD	CD	
白黄色	DD			

3 讨论

上述实验是在温度、湿度和光照等环境条件一致，相同饲料喂养的条件下，探索大蜡螟幼虫的体色遗传规律，实验结果基本反映了遗传因素的作用。实验过程中发现有比较严重的自交退化现象，主要表现为幼虫生长缓慢、生活力弱、繁殖力低下、个体在生长过程中经常死亡。在研究灰黑色品系与白黄色品系体色遗传的杂交实验过程中，F_2 代的灰黑色幼虫老熟时，都因生存力低下而死亡，这可能是由于有致死基因作用的缘故，具体原因还需进一步研究。灰黑色品系与灰色品系杂交，F_1 代为深黄色，既不同于亲本的体色又不是两亲本的中间颜色，具体原因也待进一步研究。按颜色将大蜡螟分为 5 类，经纯化只得到 4 个品系，表明黄色个体的基因组成比较复杂，这与基因型为 AD、BD、CD 的个体，其表现型均为黄色的实验结果一致。另外，在纯化的过程中，发现了 2 头绿色幼虫和 5 头白色幼虫，但也因生存力低下而死亡，说明可能还有其它的基因也影响着幼虫的体色。

致谢 *动物数量遗传学分会副理事长张沅教授审阅初稿并对本研究提出宝贵意见，在此致以真诚的感谢。*

参 考 文 献 （References）

Boff M, Wiegers G L, Smits P H, 2000. Effect of storage time and temperature on infectivity, reproduction and development of *Heterorhabditis megidis* in *Galleria mellonella*. *Nematology*, 2 (6): 635 – 644.

Godlewski J, Kludkiewicz B, 2001. Expression of larval hemolymph proteins (Lhp) genes and protein synthesis in the fat body of greater wax moth (*Galleria mellonella*) larvae during diapause. *Journal of Insect Physiology*, 47 (7): 759 – 766.

Han R C, He X Y, Cao L, 2000. An attapulgite clay formulation for storage of entomopathogenic nematode steinernema carpocapsae. *Natural Enemies of Insect*, 22 (2): 49 – 53. [韩日畴，何向阳，曹莉，2000. 利用吸附性物质储存昆虫病原线虫. 昆虫天敌，22 (2): 49 – 53]

Huang S H, Wang J D, 2001. Studies on the biology of the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.). *Apiculture of China*, 52 (5): 8 – 10. [黄少华，王建鼎，2001. 大蜡螟的生物学研究. 中国养蜂，52 (5): 8 – 10]

Kehres J, Denon D, Mauleon H, 2001. A simple technique to estimate, in situ, population densities of an entomopathogenic nematode (*Heterorhabditis indica*) in sandy soils. *Nematology*, 35 (3): 285 – 287.

Kim B S, Yun C Y, 2001. Cloning and expression of a ferritin subunit for *Galleria mellonella*. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 47 (1): 8 – 17.

Meronek T G, Copes F A, Coble D W, 1997. A survey of the bait industry in the North Central Region of the United States. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 17 (3): 703 – 711.

Mietkiewski R T, Pell J K, Clark S J, 1997. Influence of pesticide use on

the natural occurrence of entomopathogenic fungi in arable soils in the UK: field and laboratory comparisons. *Biocontrol. Sci. Technol.*, 7 (4): 565 - 575.

Slepneva I A, Glupov V V, Sergeeva S V, 1999. EPR detection of reactive oxygen species in hemolymph of *Galleria mellonella* and *Dendrolimus superans sibiricus* (Lepidoptera) larvae. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 264 (1): 212 - 215.

Vey A, Quiot J M, Mazet I, 1993. Toxicity and pathology of crude broth filtrate produced by *Hirsutella thompsonii* var. *thompsonii* in shake culture. *J. Invertebr. Pathol.*, 61 (2): 131 - 137.

Vilcinskas A, Matha V, Gotz P, 1997. Inhibition of phagocytic activity of plasmatocytes isolated from *Galleria mellonella* by entomogenous fungi and their secondary metabolites. *J. Insect Physiol.*, 43 (5): 475 - 483.

Wedde M, Weise C, Kopacek P, 1998. Purification and characterization of an inducible metalloprotease inhibitor from the hemolymph of greater wax moth larvae, *Galleria mellonella*. *European Journal of Biochemistry*, 255 (3): 535 - 543.

Zhang G Y, Yang H W, 1996. A study on the mass rearing of greater wax moth, *Galleria mellonella*. *Journal of Guizhou Aguicultural College*, 15 (1): 46 - 49. [张刚应，杨怀文，1996. 大蜡螟室内饲养技术. 贵州农学院学报，15 (1): 46 - 49]

Zhou Y F, Luo Y X, Chen H S, Lai Y S, 1988. Biology of *Galleria mellonella*. *Natural Enemies of Insect*, 10 (4): 182 - 186. [周永富，罗岳雄，陈华生，赖友胜，1988. 大蜡螟个体生物学研究. 昆虫天敌，10 (4): 182 - 186]

Zhou Y F, Luo Y X, Chen H S, Lai Y S, 1989a. Study on prevention and control of the great wax moth *Galleria mellonella* L. (Pyralidae) in the bee hives. *Natural Enemies of Insect*, 11 (1): 39 - 43. [周永富，罗岳雄，陈华生，赖友胜，1989a. 大蜡螟防治研究初报. 昆虫天敌，11 (1): 39 - 43]

Zhou Y F, Luo Y X, Chen H S, Lai Y S, 1989b. Occurring rule and harmfulness of *Galleria mellonella*. *Natural Enemies of Insect*, 11 (2): 87 - 93. [周永富，罗岳雄，陈华生，赖友胜，1989b. 大蜡螟的发生规律及其危害. 昆虫天敌，11 (2): 87 - 93]